

## ノリ糸状体のツボカビ病

右 田 清 治

Chytrid Disease of *Conchocelis* in *Porphyra* Cultivation

Seiji MIGITA

In the *Conchocelis* culture, several diseases have been reported and countermeasures for the diseases have been studied by many investigators. Recently, a new disease of cultural *Conchocelis* occurred at some *Porphyra* cultural stations in Kyusyu and at our laboratory. The author studied the symptom and pathogen of this disease and tried to find the preventive measure of the disease.

When the shell-living *Conchocelis* thalli are affected with this disease, they grow to yellowish green. Many thalli of *Chytridium* sp., aquatic fungus, were observed on the shell-living *Conchocelis*.

This fungus is epibiotic and having the vegetative system : Sporangium is spherical, subspherical or ellipsoidal, measuring 8~25  $\mu$  in diameter, and forming 16~128 zoospores : Zoospore is ovoid, measuring 2~3  $\mu$  in diameter, having a posterior flagellum and a single globule, and it is released from the dehiscence of the operculum.

The infection of this fungus is seriously injurious to the cultural *Conchocelis* at the temperature of 15~20°C and under the lower light intensity of 100~500 lux.

ノリ養殖においては、人工採苗に使用する貝殻穿孔糸状体の培養が広く行なわれてきており、この十数年の培養で生理障害や伝染性病害も多く発生し、それらの原因や対策もかなり明確にされてきた。ところが、1972年に佐賀県下の一部の培養場や筆者の研究室で発生した病気は、糸状体の色が黄緑色に退色し枯死していく特異な症状を呈し、肉眼的には栄養失調に起因する緑変症に似た病徴を示すが、緑変症では栄養塩の添加により簡単に快復するのに、この病気は同じ対策をとっても一向に治癒しない。

筆者は、それらの罹病糸状体を調査し、それが藻菌類 *Chytridium* sp. の寄生による新しい病害であることを確かめ、その防止対策についても2, 3の知見をえたので、それらの結果を報告する。

## 材 料 と 方 法

実験材料には、佐賀県下の糸状体培養場で垂下培養されたスサビノリと当教室で平面培養したスサビノリ・オオバアサクサノリのカキ殻穿孔の罹病糸状体を用いた。

寄生菌の有無，繁殖の状態は，貝殻表面の菌体を指先でスライドガラス上になすり落して調べ，形態の詳細については健全なフリー糸状体を罹病糸状体貝殻上に2，3日間おき，それに感染したものについて観察した。

感染生態については，罹病糸状体貝殻と健全な糸状体貝殻およびフリー糸状体とを，同一容器に入れて，前者では14日間後者では7日間培養した後で，感染の有無やその程度を調べた。また，薬剤の感染防止効果については，メチレンブルー，マラカイトグリーン，デクソン，硫酸銅などを培養海水に添加し，罹病フリー糸状体から健全なフリー糸状体への感染を1週間後に検鏡判定した。

## 結 果

**病徴** 佐賀県下で1972年6月上旬に発生した病害の経過をみると，はじめ黒紫色を呈している健全な糸状体生育貝殻がこの病気に侵されると，貝殻の凹面部で糸状体の色がまず退色し (Fig. 1, A~C)，やや黄緑色を帯びるようになり，その範囲は徐々に殻全面に広がっていく。この病変は，進行が速いときは約半月間ぐらいで進み，糸状体が枯死して貝殻の色は白くなる (Fig. 1, D)。このような外部病徴は糸状体の緑変症とやや類似するが，緑変症の場合は貝殻全面が同時に変色し，窒素などの栄養塩の添加で治癒することなどの点で相違する。

それらの罹病糸状体貝殻の1個の表面をたまたま指先でなすりとり検鏡したところ，無数の卵形，腎臓形の藻菌類とみなせる菌体を発見したので，他の罹病糸状体についても観察したところ例外なく同じ菌の寄生がみられた (Fig. 2, A)。しかし，この藻菌類の菌体は貝殻表面のみでみられ，脱灰して観察しても殻の内層には見当らなかった。

その後，筆者の研究室で別に培養していた糸状体でも，藻菌類の同じ種類の寄生がみられ

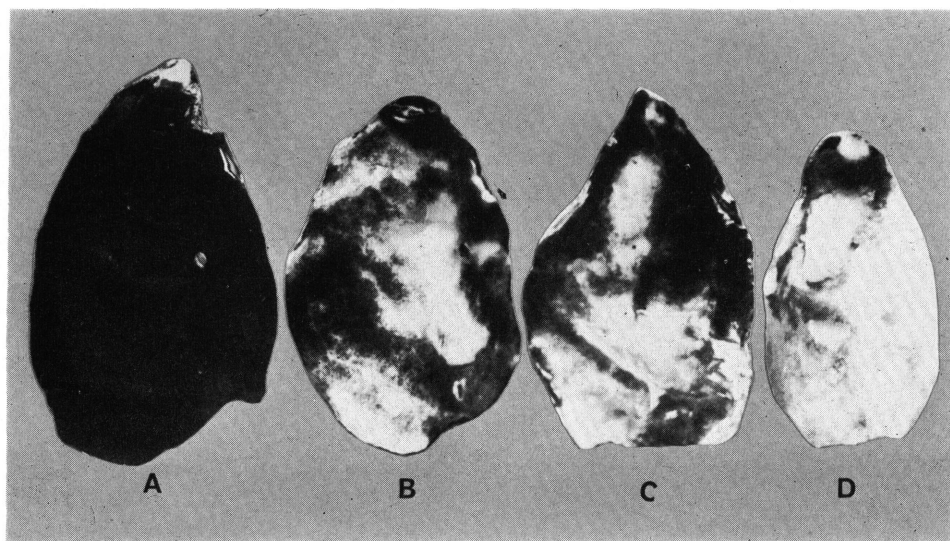


Fig. 1. Chytrid disease of shell-living *Conchocelis*.

A, healthy *Conchocelis*; B-D, various symptoms of chytrid disease.  $\times 1\frac{1}{2}$ .

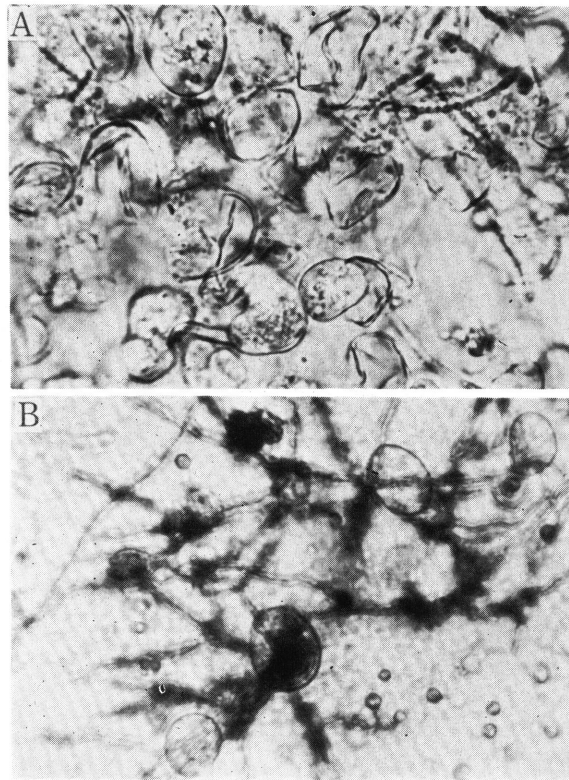


Fig. 2. Microphotographs of *Chytridium* sp. parasited on shell-living *Conchoecelis*.

A, various shapes of thalli; B, thalli growing on *Conchoecelis* filaments.  $\times 600$ .

たが、培養条件が違うためか幾らか症状が相違した。その発病経過をみると、肉眼的に糸状体の色が健全なものでも、まず貝殻表面がぬるぬると粘質を帯びようになり、やがて貝殻の一部が灰白色になり、それが殻全面に拡大していき、糸状体が白色に退色するようになった。この場合、垂下培養の貝殻では光の反対側の暗い部分で発病が早い傾向がみられた。

**病原菌** これらの罹病貝殻上にみられる藻菌類は、糸状体の繁茂が少ない部分を薄片にして観察すると、明らかに糸状体の枝上のみ存在し (Fig. 2, B), 菌体から仮根が糸状体細胞に侵入しているようであるが、貝殻の場合はその確認は困難であった。この菌は、フリー糸状体と罹病糸状体貝殻とを同一容器で培養すると、2, 3日のうちにフリー糸状体にも感染するので、それによって菌体の詳細な形態を調べた。

菌体は、小さいものでは  $4 \sim 5 \mu$  の球形であるが (Fig. 3, A), 生育すると径  $8 \sim 25 \mu$  平均  $14 \mu$  の大きさになる。形は球形、卵形、腎臓形と球形の変異した型をとり、内部に多数の液胞、油滴、顆粒をもち、色は淡灰色を呈する (Fig. 3, B~D)。これらの菌体は糸状体の細胞に貫入する仮根を出すが、フリー糸状体でそれをみると、仮根はきわめて細く糸状体に接した部分より出ており、まれにそれらは分枝して糸状体を貫通し再び他の糸状体細胞を侵すことがある (Fig. 3, E)。これらの仮根が貫入した糸状体の枝や殻胞子嚢の細胞は枯死する。

菌体の内容は、生育につれて分裂を繰返し、菌体の大きさに応じて  $16 \sim 128$  個の遊走子と

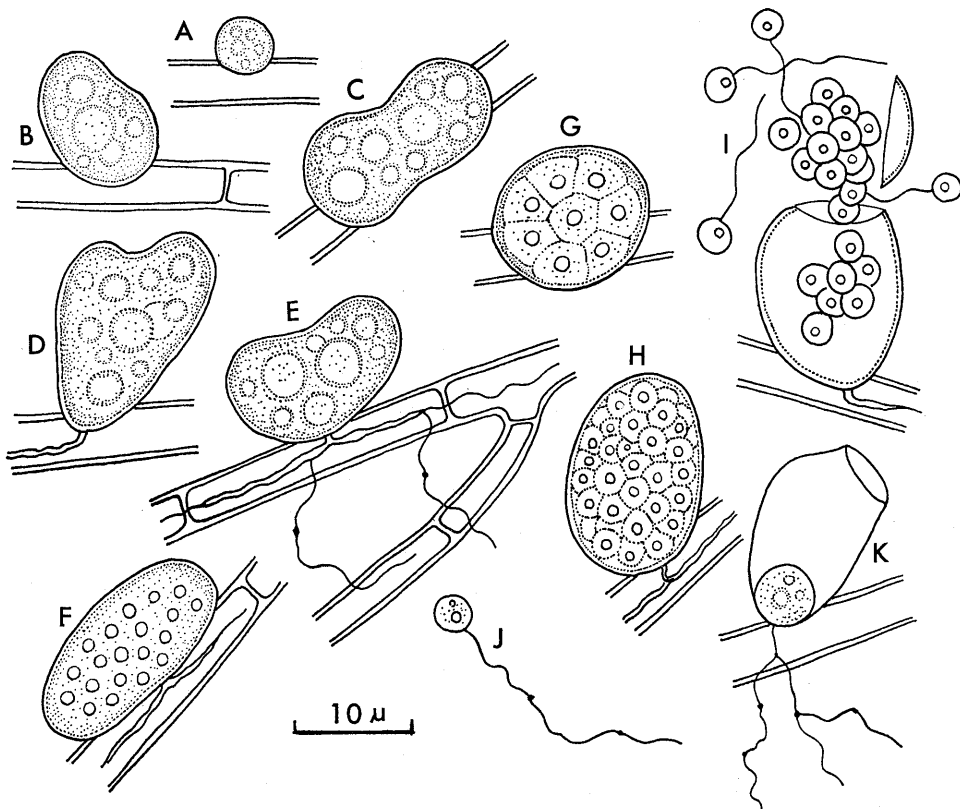


Fig. 3. *Chytridium* sp. parasited on free-living *Conchoecelis*.

A, a young thallus; B-E, various shapes of thalli; E, showing branched rhizoid; F-H, formation of zoospores; I, liberation of zoospore; J, K, germination of zoospores.

なる (Fig. 3, G, H)。遊走子は、皿状の蓋 operculum がはずれて菌体外に脱出し、しばらく集団をなしているが、やがて鞭毛を後方に向けて遊泳する (Fig. 3, I)。放出された遊走子は、2～3  $\mu$  の球形で、内部に1個の油滴状のものがみられ、色は無色で、長さ10～13  $\mu$  の1鞭毛を後方にもつ。遊走子は糸状体に付着して、細い仮根を出しそれが宿主細胞に貫入するが、糸状体の枝の附近で発芽したものは長く仮根を伸した後で侵入する場合もあり、それらのうちには分枝しところどころに小さいふくらみがみられる (Fig. 3, J, K)。

以上のように、この菌は栄養吸収のための仮根を宿主細胞に貫入する外部寄生であること、菌体そのまま遊走子嚢となり蓋が開いて遊走子が脱出すること、さらに遊走子は後方に1鞭毛をもつことなどから、ツボカビ目 Chytridiales のツボカビ属 *Chytridium* に所属する藻菌類の1種とみなされ、本菌によるアマノリ糸状体の病気をツボカビ病と呼称したい。

**感染生態** このツボカビ病菌は糸状体貝殻の表面に寄生し、深層には侵入しないので、洗浄して換水するとその後小康を保つが、2、3週間たつと再び寄生がみられるようになる。しかし、貝殻の洗浄後高照度で培養すると菌体が消失することもあった。このように、環境条件によって感染や被害の程度に差がみられるので、その実態を罹病糸状体と健全な糸状体を同一容器で培養し、貝殻穿孔糸状体では2週間後に、フリー糸状体では1週間後に感染状態を調べてみた。

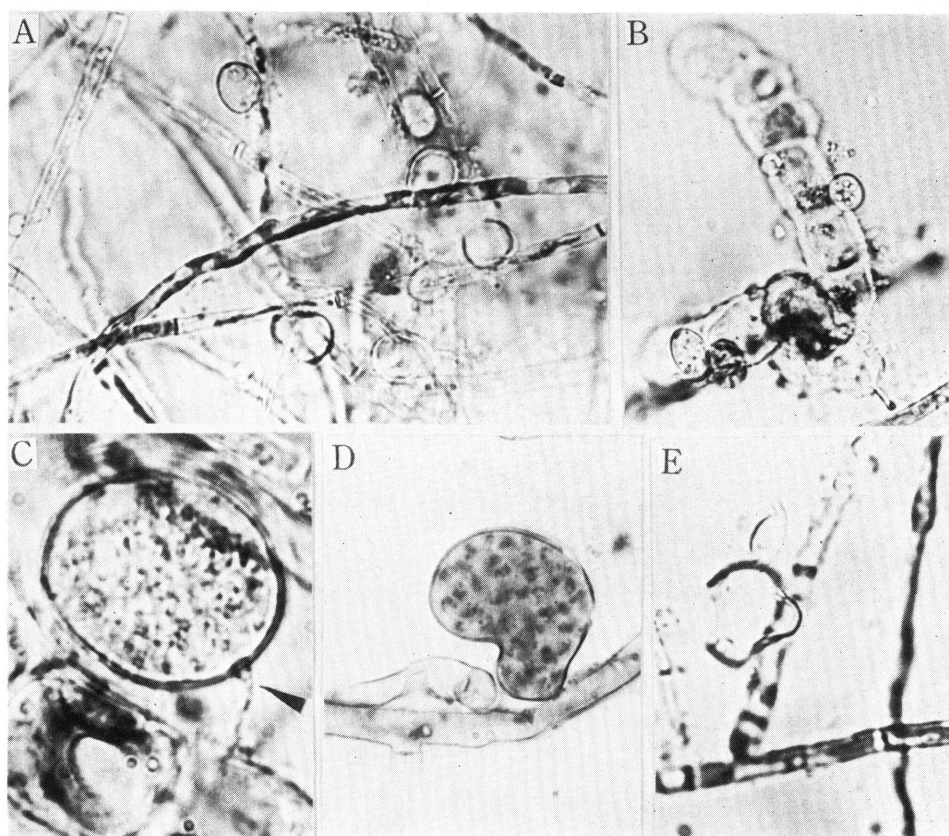


Fig. 4. Microphotographs of *Chytridium* sp. parasited on free-living *Conchocelis*.

A, thalli on *Conchocelis* filaments; B, thalli on conchosporangia; C, developed thallus having rhizoid; D, formation of zoospores; E, empty thallus and operculum. A, B,  $\times 500$ ; C,  $\times 1200$ ; D,  $\times 1000$ ; E,  $\times 650$ .

温度については、ツボカビ菌の感染は Table 1 のように、貝殻、フリー糸状体ともに15～25℃で多く、10℃や30℃では少なくなっている。実際の培養でも、夏期と冬期には病勢はかなり衰える。

塩分濃度については、Table 2 のように21.0 ‰から34.0 ‰の海水で感染が多く、14.2 ‰の低塩分ではかなり少なくなり、7.5 ‰では感染しなかった。この低塩分での感染抑止効

Table 1. Effect of temperature on infection of *Chytridium* sp.

Temperature °C	Infection	
	Shell-living <i>Conchocelis</i>	Free-living <i>Conchocelis</i>
9 - 11	±	±
14 - 16	卅	卅
19 - 21	卅	卅
24 - 26	卅	卅
29 - 31	+	

Table 2. Effect of salinity on infection of *Chytridium* sp.

Salinity ‰	Infection	
	Shell-living <i>Conchocelels</i>	Free-living <i>Conchocelels</i>
7.5	—	
14.2	±	±
21.0	+++	+++
27.1	+++	+++
34.0	+++	+++

果は、ツボカビ病の対策上も有効であり、罹病糸状体貝殻をタワシなどで洗って、 $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{4}$ に希釈した海水で1, 2週間培養すると、かなり病害の進行を防止でき、その後正常海水にもどすと採苗上もほとんど実害はなかった。

また、照度の影響では、Table 3のように100~500 luxの低照度でよく感染したのに、3,000 luxの高照度で感染率は低くなっている。一般培養でも、垂下培養で発病した糸状体を平面培養に移し明るくすると、症状が好転する場合が多い。

Table 3. Effect of light intensity on infection of *Chytridium* sp.

Light intensity lux	Infection	
	Shell-living <i>Conchocelels</i>	Free-living <i>Conchocelels</i>
100	+++	+++
500	+++	+++
1000	++	+++
3000	±	+

2, 3薬剤がツボカビ病菌の感染に及ぼす影響についてフリー糸状体を用いて試験したところ、Table 4のような結果をえた。色素剤のメチレンブルーでは、0.5, 1 ppmの濃度で感染を抑制したが、0.1 ppmでは効果はなかった。マラカイトグリーンでは、より低濃度の0.1 ppmで感染抑制の効果が認められた。この両色素剤は0.5 ppm以下の濃度で1週間程度の培養では、糸状体の障害は少ないが、マラカイトグリーンの1 ppmでは一部枯死したものがみられた。また、土壌 *Pythium* の殺菌剤デクソンは、糸状体に対し低毒性であり、10 ppm以上でツボカビ菌の感染をやや抑制したが、海水中では沈殿をおこす欠点がある。硫酸銅は糸状体に対し毒性が強いが、感染防止効果も示さなかった。このほか、ペニシリン、ストレプトマイシン、アクロマイシン、ドミアンなどの抗生物質やサルファ剤もこの菌の感染防止には効果がなかった。

なお、他の海藻にツボカビ菌が感染するかどうかを、罹病糸状体とそれらの海藻を同一容器に入れ培養して調べてみた。その結果、実験に供したスサビノリ葉体、幼芽・ウシケノリ・スジアオノリ・ヒラアオノリ・ヒトエグサ・アナアオサ・カブサアオノリ・*Melosira moniliformis*、*Achnanthes* sp.のうち、寄生が確認できたのはヒラアオノリとカブサアオノリであった。

Table 4. Inhibition of infection of *Chytridium* sp. by some medicines

Medicines Conc.	Infection	<i>Conchocelis</i> viability
Methylene blue		
0.1 ppm	+	+
0.5	±	+
1.0	—	+
Malachite green		
0.1	—	+
0.5	—	+
1.0	—	±
Dexon		
1	+	+
10	±	+
100	±	+
Cupric sulfate		
0.1	+	+
0.5	+	+
1.0	+	±
Control	+	+

## 考 察

以上の結果のように、アマノリでは貝殻穿孔糸状体にもフリー糸状体にも藻菌類の一種が寄生し、糸状体細胞を枯死させることが明らかになった。この藻菌類は、前述したように仮根を宿主細胞に貫入する外部寄生で、菌体が遊走子嚢となり蓋 operculum がはずれて遊走子が放出され、遊走子は後方に1鞭毛をもつことなどより、ツボカビ目 Chytridiales のツボカビ科 Chytridiaceae に所属するツボカビ属 *Chytridium* の一種と考えられる。

藻菌類には海藻に寄生する種類が多く、すでにアマノリ葉体にも壺状菌 *Olpidiopsis* sp.<sup>1,2)</sup>, *Thraustochytrium pachydermum*<sup>3,4)</sup>, *Rhizidium tomiyamanum*<sup>3,5)</sup>, などが知られているが、本研究でのツボカビ菌はそれらとは相違する。また、ノリ葉体の壺状菌病とこの糸状体のツボカビ病とはまぎらわしい名称であるが、前者の壺状菌 *Olpidiopsis* は以前所属させられていたツボカビ目（或いは壺状菌目）から現在はクサリツボカビ目 Lagenidiales のツボカビモドキ属に移され分類学的にはかなり違ったところに位置づけられている<sup>6)</sup>。

海藻に寄生するツボカビ属 *Chytridium* の既知の種類には、ミルの一種に寄生する *Chytridium codicola*, イトグサ属などに寄生する *C. polysiphoniae*, イギス属などに寄生する *C. megastomum* が知られているが<sup>6)</sup>, 糸状体を侵すツボカビ菌は室内培養で発生し明確な相違点も見出せないで、これらのどれかと同種類であるかどうかは不明である。ただ、本菌は感染試験でヒラアオノリ、カブサアオノリにも寄生するので、ノリ糸状体のみに生育するのではなく、本来は他の海藻の体に寄生しているものと考えられる。実際に、糸状体培養でこれまでツボカビ病の発生をみたのは、やや高鹹の外洋水を殺菌せずに使用した場合であって、発病の時期が培養途中の6月ごろからであることから、海水を通じて感染すると考

えるのが妥当のように思う。

このツボカビ病による培養糸状体の被害は、同一水槽では暗い部分で発病が早く被害も大きく、垂下培養から平面培養に移すと菌の寄生はあっても症状は好転する。また、照度と感染に関する試験結果でも、感染は低照度が多く 3,000lux 前後の高照度では抑制されている。ただ、これらのことから、糸状体の健全さと寄生の多少とは何等かの関係があるようにも推察されるが、予め高照度で培養した糸状体でなくても短期間の試験でこのような傾向が認められるので、高照度で寄生が少ないのは菌の本来の感染生態によると考えられる。なお、被害の程度が軽く肉眼的病徴が現われない場合もあり、当業者の多くの培養ではこの病害がこれまで見逃されていた疑いもある。

ツボカビ病の対策として、これまで実際に試みたうちで最も効果的であったのは、海水比重 1.010 程度の低塩分培養を 1, 2 週間続け、その後正常海水に移す方法であった。このほか、貝殻表面の洗浄を繰返すことや高照度で培養するのも効果がある。また、実験的にはマラカイトグリーン、メチレンブルーをそれぞれ 0.5~1 ppm の濃度で添加すると感染を防止できるので、病害対策としてその実用化も期待される。

## 摘 要

ノリ糸状体の培養中に発生した藻菌類 *Chytridium* sp. の寄生による新しい病害ツボカビ病について調査した。

- 1) ツボカビ病の病徴は、黒紫色になった貝殻穿孔糸状体の中央部の色が灰白色、黄緑色に退色し、徐々に貝殻全面に拡大して糸状体が枯死し白色となる。
- 2) それらの罹病貝殻の表面は粘質を帯びており、多数の菌体が観察される。
- 3) ツボカビ菌は、球形、卵形、腎臓形で、大きさ  $8\sim 25\mu$  で、ノリ糸状体の枝や殻胞子嚢に仮根を貫入した外部寄生である。
- 4) 菌体はそのまま遊走子嚢となり、その蓋 operculum がはずれて遊走子が放出される。遊走子は  $2\sim 3\mu$  の球形で、後方に長さ  $10\sim 13\mu$  の 1 鞭毛をもつ。
- 5) ツボカビ菌の感染は、低塩分や高照度で抑制される傾向がみられた。

## 文 献

- 1) 新崎盛敏：アマノリ類に寄生する壺状菌について。日水誌, 26, 543-548 (1960)
- 2) 右田清治：養殖アマノリの壺状菌病について。本誌, 28, 131-145 (1969)
- 3) 富山 保・徳田 広・新崎盛敏：海産壺状菌に関する研究-I. その分離法ならびに 2, 3 の性状について。日本水産学会年会, 講演要旨, 64 (1968)
- 4) Konno, K.: Studies on Japanese lower aquatic phycomycetes II. On *Thraustochytrium* collected from a sea weed. *Trans. Mycol. Soc. Japan*, 10, 9-13 (1969)
- 5) 今野和子：日本産下等水棲藻菌類の研究(3) 海産の一新種 *Rhizidium tomiyamanum*. 植物研究雑誌, 44, 315-318 (1969)
- 6) Sparrow, F. K., Jr: Aquatic Phycomycetes. 2nd, Ed. Leiden (1960)